荔枝採後保鮮技術

梁佑慎[1,2]
柯立祥[1]

摘 要

荔枝採收後，果皮的迅速褐變是造成貯藏與櫥架壽命短的主要原因。荔枝貯運保鮮過程中，有3個關鍵問題：1.防止果皮褐變2.控制果實腐敗3.維持果實風味。造成果皮迅速褐變的原因，包括失水、酶促褐變、花青素降解、乙烯、病原菌感染、寒害、老化和機械性傷害等。目前荔枝保鮮的應用技術包括：低溫貯藏、冰水預冷、浸酸處理、藥劑處理、包裝處理皆可有效延長荔枝果實的貯藏壽命與維持果實品質。低溫貯藏與冰水預冷可降低荔枝果實的呼吸速率與乙烯生成。浸酸處理與藥劑處理可有效抑制褐化酵素活性，延緩花青素降解與病源微生物生長。包裝處理則可減少果皮失水，避免機械性傷害，維持果實品質。藉由適當的保鮮處理技術，荔枝果實可維持約30-60天的貯藏壽命。未來可藉由不同保鮮技術的整合處理，期待能開發更為有效的荔枝保鮮處理技術。

關鍵字：失水、酵素性褐變、預冷處理、包裝處理、焦亞硫酸鈉

1. 國立屏東科技大學農園生產系 博士、教授。臺灣。屏東縣。內埔鄉。

2. 通訊作者，電子郵件：p9425002@mail.npust.edu.tw

壹、前言

荔枝以其鮮豔色澤，甜美風味和豐富營養而深受人們喜愛，所以被譽為『果中之王』。唐朝詩人杜牧以「一騎紅塵妃子笑，無人知是荔枝來」的膾炙人口詩句廣為流傳，使荔枝家喻戶曉。此一古語説明荔枝果實品質劣變之迅速，以及採後保鮮之重要性。荔枝果實採收後果皮快速褐化，導致果實失去商品價值，一直是果實採後處理之重要的問題，亦是荔枝產業發展受限的原因之一。因此，瞭解荔枝果實採後生理變化與保鮮技術開發之重要性不言可喻。

根據臺灣農業統計年報的資料指出，2010 年的荔枝收穫面積為 11,599 公頃、產量達 89,440 公噸、每公頃產量有 7.711 公斤。主要栽培產區以高雄縣 3,727 公頃為最大，其次為臺中縣 1,889 公頃、再其次南投縣 1,539 公頃，其他縣市尚有臺南縣、彰化縣、屏東縣和嘉義縣等地區(行政院農業委員會，2010)。品種單一，產期短和優良品質的品種，產量低，成本高是臺灣荔枝產業發展的難題(張等，2009)。臺灣主要栽培品種黑葉(86 %)、玉荷包(12 %)、糯米糍 73-S-20(1.3 %)和沙坑(0.7 %)，產期集中(5 月下旬至 8 月上旬)，造成產量過剩，市場價格崩跌。臺灣荔枝鮮果外銷，98 年約 1,340 公噸，雖佔總產量之比例約 1.4%，外銷金額達新臺幣 67,612 千元，雖然外銷量逐年衰退，但仍對穩定國內荔枝價格及增進農民收益，貢獻甚大。

貳、果實採收後生理與褐化反應

荔枝果實為非更年性，採收後果實不會持續後熟，果實發育過程，果實的呼吸速率與乙烯生成量持續的降低(Chen *et al*., 1986; Sivakumar *et al*., 2010)。荔枝果實採收後置於 25℃貯藏環境下，果實的呼吸速率於為 80 - 90 mg kg^{-1} h^{-1}，乙烯生成量約為 0.8 - 1.0 μL kg^{-1} h^{-1}，隨著貯藏溫度的降低，呼吸速率與乙烯生成量亦降低(圖 1)，結果顯示低溫貯藏可抑制荔枝果實的呼吸速率和乙烯生成量(Chen *et al*., 1986)。由於荔枝果實為非更年性果實，採收後之果實品質無明顯變化。採收時，荔枝果肉的可溶性固形物含量約為 16 - 20° Brix，可滴定酸含量約為 0.25 - 0.30%。圖 2 為荔枝果實貯藏期間可溶性固形物變化。

荔枝果皮失水、乾燥、機械性傷害、寒害、病源微生物感染、老化等因素都可能造成果皮褐化(Scott *et al.*, 1982; Fitzell and Coates, 1995; Sivakumar *et al.*, 2010)。荔枝又以果皮失水與病蟲害造成的腐敗為最主要的因素(Holcroft and Mitcham, 1996)。不同因素造成的果皮褐化型態略有差異，寒害、腐敗或老化引起的褐化反應使果皮呈現暗黑色和水浸狀的褐斑；失水或乾燥引起的果皮褐化則呈現褐色和乾燥外觀(Bagshaw *et al.*, 1994)。根據 Huang *et al.*, (1990)的研究指出，荔枝果實採收後，褐化反應便開始啟動，貯藏在相對濕度 65-70%的室溫條件，荔枝果實貯藏 3 天後完全褐化。褐化反應從果皮表面的突起(protuberances)開始，逐漸擴散到整個果皮，直到果皮完全乾燥和脆化(Underhill and Critchley, 1995)。果皮褐化不會影響荔枝果實的食用品質，但不佳的荔枝果實外觀會影響消費者的喜好。

荔枝果實於 23℃貯藏環境下，果皮平均每小時失水 0.8%；貯藏於 10℃、13 天後，果皮的失水率為 46.2±2.6%，平均每小時失水 0.14%(Joas *et al.*, 2005)。一般而言，荔枝果實的失重達 4%或果皮失水率達 20%以上，果實產生褐化現象，而失去商品價值。圖 3 為荔枝果皮褐化指數與果實失重之變化。採收後，果皮失水會造成果皮 pH 逐漸增加，逐漸增加的 pH 值會影響花青素的結構，失去色澤。Underhill and Critchlet (1995)的研究顯示，荔枝果實置於 25℃、相對濕度 60 % 環境 48 小時後，果皮 pH 從 4.15 增加至 4.52。果皮細胞液泡內的花青素是構成荔枝鮮紅色澤的主要色素，花青素的分子結構受 pH 變化影響。當荔枝果皮 pH 大於 4，花青素結構會轉變為無色的原醇(carbinol)。酵素性褐化是造成果實褐化的主要反應，酵素性褐化主要因多酚類化合物(polyphenols)經氧化酵素催化反應進行後，造成褐色色素物質的累積所致(Wang *et al.*, 2010)。荔枝果皮的褐化反應過去一直被認為是酚類物質氧化造成，酚類氧化酵素(如 PPO 和 POD)氧化酚類物質後產生褐色產物(Jiang *et al.*, 2004)。利用物理或化學性的處理，抑制褐化酵素的活性，可延緩荔枝果皮褐化反應的進行。

參、採收後保鮮技術

荔枝果實採收後處理主要是為了控制果皮的褐化、維持果皮的鮮紅色澤與延長貯藏壽命(Holcroft and Mitcham, 1996)。目前兩個主要的關鍵操作策略：1.可減少水分散失的處理技術。2.利用物理或化學處理抑制褐化(Underhill *et al.*, 1997)。目前應用於荔枝果皮保鮮的技術有浸泡果皮的酸化處理、SO_2燻蒸、預冷處理、塗蠟處理、幾丁聚醣包覆、熱水處理、聚乙烯袋包裝、氣調貯藏等(Zauberman *et al.*, 1991; Zhang and Quantick, 1997; Lichter *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2005; Chatelain-Mercado *et al.*, 2008; Brandenburg and Zagory. 2009; Duan *et al.*, 2009)。目前商業生產以SO_2燻蒸和聚乙烯袋包裝應用最為普遍(Holcroft and Mitcham, 1996)。

一、低溫貯藏

溫度管理是延長新鮮園產品貯藏壽命最有效的方法之一，主要的原因在於低溫可降低果實的生理代謝反應。呼吸作用會消耗果實發育過程中所累積的營養積貯，並降低果實的實用品質。貯藏溫度每降低 10℃，呼吸活動會降低 2-4 倍(Mitchell, 1992)。低溫冷藏為增加荔枝果實貯藏壽命與控制果皮褐化最簡單且有效率的方法(Underhill *et al.*, 1997)。對於荔枝果實最佳的貯藏適溫至今仍未定論。荔枝果實一般推薦貯藏於 2-4 ℃(Scott *et al.*, 1982; Lin *et al.*, 1988; Huang and Wang, 1990; Jacobi and Wong, 1993)，但也有部分研究指出貯藏於 0℃可貯藏 3 週以上(Sandhu and Randhawa, 1992)。然而，黑葉荔枝果實貯藏於 0℃之貯藏壽命明顯低於貯藏於 5℃，約 2 週後果皮出現寒害現象(圖 4)。

二、冰水預冷

採收後的果實對於水分的散失與溫度的變化相較於採收前更為敏感。呼吸作用所產生的熱能會使果實溫度增加(Lurie, 2002)。果實採收後立即降溫的主要原因包括：迅速移除田間熱，降低果實溫度、降低果實的失水、抑制病原微生物的生長(Thompson, 1997)。荔枝果實採收後迅速降溫至 3℃，並貯藏於低溫(5℃)環境，可降低對水分散失與病害的敏感度(Underhill *et al.*, 1997)。目前商業利用上以室內風冷為主。據作者之研究顯示，利用冰水預冷可迅速降低果實溫度(圖

5)和生理反應（圖 6 和圖 7），並顯著的增加荔枝果實的貯藏壽命，延緩荔枝果皮的褐化(表 1)。

三、浸酸處理

利用有機酸的浸泡，提供非游離酸藉由滲透作用穿過細胞膜進入細胞內，形成胞內游離酸，增加細胞內酸含量，降低細胞內的 pH 值，有機酸處理荔枝果實被視為未來有效取代二氧化硫或無機酸處理之可行技術之一(Zhang *et al.*, 2005)。浸泡的酸液種類及酸度(pH 值)對果皮的影響較浸泡的時間更為重要，酸液的 pH 值越低，果皮的 pH 值亦越低。以檸檬酸浸泡荔枝果實較酒石酸浸泡可增加果皮的可滴定酸含量(Joas *et al.*, 2005)。使用酸性包覆溶液浸泡荔枝果實，可使荔枝外果皮適當的酸化處理(acidification)，提升花青素的呈色反應(McGuire and Baldwin, 1998)。根據目前得研究報告顯示鹽酸、檸檬酸、酒石酸和草酸等皆可有效抑制荔枝果皮的褐化反應，但不同酸液處理效果因濃度與浸泡時間而有差異。圖 8 玉荷包荔枝浸泡不同濃度的鹽酸與檸檬酸，果皮褐化情形。荔枝果實經酸液處理後，其果實於貯藏期間之褐化情形較未處理嚴重，推測主要是因為酸液處理造成果皮表面受損或薄弱，使果皮更容易發生褐化(Joas *et al.*, 2005)。

四、化學藥劑處理

荔枝採後利用化學藥劑處理，主要是以保濕、防腐和抑制褐化反應為主要目的。幾丁聚糖是由一種葡萄糖胺((1,4)-2-amino-2deoxy-β-D- glucan)，具合成的長鏈多醣類，是由幾丁質(chitin)經去乙醯基作用(deacetylation)而生成白色粉末狀物質。幾丁聚醣的抗菌能力受其幾丁聚醣型態而影響，包括去乙醯基的程度、分子量和溶解液的pH值和離子強度以及微生物的種類等(Aider, 2010)。幾丁聚醣可溶於稀釋之有機酸液，具有半通透之特性，可作為蔬果產品之包覆膜，減少果實內生二氧化碳、乙烯和氧氣含量延緩果實後熟之發生，抑制多種真菌性病害之發生。幾丁聚醣包覆(coating)荔枝果實，可延緩花青素、類黃酮、總酚類化合物含量變化，延遲 PPO 活性增加，減少果實重量損失，並減少部分果實貯藏期間的褐化腐敗發生，研究亦顯示增加幾丁聚醣濃度並不會增加抑制果實褐化與腐敗的效果(Zhang and Quantick, 1997)。焦亞硫酸鈉為一種抗氧化劑，亦

具防腐之功能。$Na_2S_2O_5$ 可緩慢釋放 SO_2，將 $Na_2S_2O_5$ 製作成墊片(sheet)形式置於包裝袋或箱內，抑制病原微生物的生長，可取代二氧化硫的燻蒸效果(Sivakumar *et al.*, 2010)，目前應用於輸入美國的葡萄保鮮防腐處理(Zoffoli *et al.*, 2008)。SO_2 可與花青素鍵結形成 anthocyanin-SO_3H complex，使花青素結構更為穩定，並為 PPO 活性抑制劑，抑制果皮褐化反應(Underhill, 1992; Underhill and Critchely, 1992)。將荔枝果實浸泡 60g L^{-1} $Na_2S_2O_5$ 溶液後，貯藏在 0℃，可有效抑制果實的腐損和延長果實的貯藏壽命(圖 9)。荔枝果實浸泡 $Na_2S_2O_5$ 溶液，果皮的 PPO 和 POD 活性明顯受到抑制(圖 10)。

五、包裝處理

氣變包裝(modified atmosphere packing; MAP)藉由包裝方式改變蔬果周圍氣體成分組成，為一種可延長新鮮的蔬果產品櫥架壽命的技術(Brecht *et al.*, 2003; Sandhya, 2010)。MAP 內氣體組成取決於產品、包裝材料與貯藏溫度。具滲透性的包裝膜適合用於會呼吸的蔬果產品，使其包裝內達平衡的氣體組成，延長產品的櫥架壽命。MAP 對蔬果產品的作用包括降低呼吸作用，減少呼吸基質的損耗；抑制乙烯的生成與作用，延緩產品的後熟作用。目前於採收後保鮮技術上，MAP 是目前成本低且容易操作的一項技術(Sivakumar *et al.*, 2007)。MAP 是利用聚合薄膜(polymeric film)形成密閉環境，藉由內部產品的呼吸作用，消耗氧氣產生二氧化碳，改變袋內大氣成分，又或將袋內氣體移除後，置換所需的混合氣體進入袋內(Beaudry, 2000; Kader and Watkins, 2000)。於商業利用上，MAP 可延緩貯藏、運輸和販售過程中蔬果產品的後熟、老化，延長產品的貯藏壽命，且成本低(Mattheis and Fellman, 2000)。黑葉荔枝於果實轉色達 70 %，利用聚乙烯(polyethylene)袋包裝於 5℃可貯藏 47 天；果實完全成熟於 5℃僅可貯藏 19 天；綠熟果(green-mature)則可貯藏 29 天(林學正、江慧鈴，1981)，梁佑慎和柯立祥(2011)的研究亦顯示黑葉荔枝果實利用氣變包裝後貯藏於 5℃可顯著增加果實的貯藏壽命。

肆、結論

荔枝果實採收後迅速褐化，一直是影響荔枝產業發展的難題。臺灣荔枝產業發展至今，栽培面積維持近 12,000 公頃，但荔枝外銷量卻逐年降低。拓展外銷市場除了受到中國低價荔枝的競爭外，荔枝的到貨品質亦是一大考驗。荔枝外銷過程中，除了要考慮檢疫處理後，荔枝果實的品質變化外，長時間運輸亦是影響果實品質的重要因素。根據目前的荔枝保鮮技術而言，貯藏壽命約可維持 30-40 天，對於近程的東南亞、日本或美國市場仍可應付。但對於過去臺灣荔枝未開發的歐洲市場則可能不足。因此，未來欲拓展歐洲或阿拉伯等高價市場，則需更有效的荔枝保鮮技術。未來的荔枝保鮮技術應是整合多項技術共同作用的趨勢，應可更有效的抑制荔枝果皮的褐化反應，並延長貯藏壽命與櫥架壽命。

伍、參考文獻

行政院農業委員會。2008。農業統計年報。 取自: http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=23774。

林學正、江慧鈴。1981。荔枝果實貯運方法之研究。中華農業研究 30: 251-260。

張哲嘉、林宗賢、顏昌瑞、張哲偉、李文立。2009。臺灣荔枝之生產與改進。臺灣農學會報 10: 63-76。

梁佑慎、柯立祥。2009。農產品檢疫處理技術及對品質之影響。農產品出口檢疫處理與國際農業貿易研討會專刊 pp. 77-89. 國立屏東科技大學編印。

Aider, M. 2010. Chitosan application for active bio-dased films production and potential in the food industry: review. LWT-Food Sci. Technol. 43:837-842.

Bagshaw, J., S. Underhill, and J. Dahler. 1994. Lychee hydrocooling. Queensland Fruit and Vegetable News. 6:12-13.

Beaudry, R.M. 2000. Responses of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. HortTechnology 10:491-500.

Brandenburg, J.S. and D. Zagory. 2009. Modified and controlled atmosphere packaging technology and applications. pp. 73-92. In: Yahia, E.M. (Ed.), Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities. CRC Press, Florida.

Brecht, J.K., K.V. Chau, S.C. Fonseca, F.A.R. Oliveira, F.M. Silva, M.C.N. Nunes, and R.J. Bender. 2003. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. Postharvest Biol. Technol. 27: 87-101.

Chatelain-Mercado, S., D. Castillo-Animas, C, Pelayo-Zaldivar, J. Jacuinde- Guzman, and F. Rivera-Cabrera. 2008. Cooling tests of lychees (*Litchi chinensis*) using forced-air cooler and immersion hydrocooler prototypes. Acta Hort. 773: 245-251.

Chen, F., Y.B. Li, and M.D. Chen. 1986. Production of ethylene by litchi fruits during storage and its control. Acta Hort. Sin. 13:151-156.

Duan, X.W., X.G. Su, J. Shi, C. Yi, J. Sun, Y.B. Li, and Y.M. Jiang. 2009. Effect of low and high oxygen-controlled atmospheres on enzymatic browning of litchi fruit. J. Food. Biochem. 33:572-586.

Fitzell, R.D., and L.M.Coates. 1995. Diseases of lychee. In: L. Coates, T. Cooke, D. Persley, B. Beattie, N. Wade, and R. Ridgeway (Eds). Postharvest Diseases of Horticultural Produce, Tropical Fruits, Department of Primary Industries, Queensland, Australia, pp 41-42.

Holcroft, D.M. and E.J. Mitcham. 1996. Postharvest physiology and handling of litchi. Postharvest Bio. Technol. 9: 265-281.

Huang, C.C. and Y.T. Wang. 1990. Effect of storage temperature on the color and quality of litchi fruit. Acta Hort. 19: 335-342.

Huang, S., H. Hart, H. Lee, and L. Wicker. 1990. Enzymatic and colour changes during postharvest storage of lychee fruit. J. Food Sci. 55: 1762-1763.

Jacobi, K.K., L.S. Wong, and J.E.Giles. 1993. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit quality following vapour heat treatment and cool storage. Postharvest Biol. Technol. 3: 111-119.

Jiang, Y.M., X.W. Duan, J.C. Daryl, Z.Q. Zhang and J.R. Li. 2004. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. Food Chem. 88: 443-446.

Joas, J., Y. Caro, M.N. Ducamp, and M. Reynes. 2005. Postharvest control of pericarp browning of litchi fruit(*Litchi chinensis* Sonn cv Kwaï Mi) by treatment with chitosan and organic acids I. effect of pH and pericarp dehydration. Postharvest Biol. Technol. 38:128-136.

Kader, A.A. and C. B. Watkins. 2000. Modified atmosphere packaging- toward 2000 and beyond. HortTechnology 10: 483486.

Lichter, A., O. Dvir, I. Rot, M. Akerman, R. Regev, A. Wiesblum, E. Fallik, G. Zauberman, and Y. Fuchs. 2000. Hot water brushing: an alternative method to SO_2 fumigation for color retention of litchi fruits. Postharvest Biol. Technol. 18:235-244.

Lin, Z.F., S.S. Li, D.L. Zhang, G.Z. Lin, Y.B. Li, S.X. Liu, and J.D. Chen. 1988. The changes of pigments, phenols contents and activites of polyphenos oxidase and phenylalnine ammonia-lyase in pericarp of postharvest litchi fruit. Acta Bot. Sin. 30: 40-45.

Lurie, S. 2002. Temperature management. pp. 107-121. In: M. Kenn(eds). Fruit quality and biological basis. Sheffield Academic Press.

Mattheis, J. and J.K. Fellman. 2000. Impacts of modified atmosphere packaging and controlled atmospheres on aroma, flavor and quality of horticultural commodities. HortTechnology 10: 507-510.

McGuire, R.G. and E.A. Baldwin. 1998. Acidic fruit coatings for maintenance of color and decay prevention on lychees postharvest. Proc. Fla. State Hort. Soc. 111:243-247.

Mitchell, F.G. 1992. Cooling horticultural commodities, pp. 53-78. In A.A. Kader(ed) Postharvest Technology of Horticultural Crops.University of California Press.

Sandhu, S.S. and J.S. Randhawa. 1992. Effect of post-harvest application of methyl-2-benzimidazole carbamate and in-pack fumigant on the cold storage life of litchi cultivars. Acta Hort. 296: 185-189.

Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. LWT-Food Sci. Technol. 43: 381-392.

Scott, K.J., B.I. Brown, G.R. Chaplin, M.E. Wilcox, and J.M. Bain. 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic film. Sci. Hortic. 16: 253-262.

Sivakumar, D., K. Zeeman, and L. Korsten. 2007. Effect of a biocontrol agent (*Bacillus subtilis*) and modified aqtmosphere packaging on postharvest decay control and quality retention of litchi during storage. Phytoparasitica 35:507-518.

Sivakumar, D., L.A. Terry, and L. Korsten. 2010. An overview on litchi fruit quality and alternative postharvest treatment to replace sulfur dioxide fumigation. Food Rev. Int. 26:162-188.

Thompson, J.F. 1997. Hydrocooling fresh market commodities. Tree Fruit Postharvest J. 8:3-11.

Underhill, S. J. R., L. M. Coates and Y. Saks. 1997. Litchi. p.191-208 1n:S. K. Mitra,(ed). Postharvest physiology and storage of Tropical and subtropical fruits. CAB International.

Underhill, S.J.R. and C. Critchley. 1992. The physiology and anatomy of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during fruit development. J.Hortic. Sci. 67: 437-444.

Underhill, S.J.R. and C. Critchley. 1995. Cellular localisation of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Son. pericarp. Aust. J. Plant Physiol. 22:627-632.

Zauberman, G., R. Ronen, M. Akerman, A. Weksler, T. Rot, and Y. Fuches. 1991. Post-harvest retention of the red colour of litchi fruit pericarp. Sci. Hortic. 47: 89-97.

Zhang, D.L. and P.C. Quantick. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 12: 195-202.

Zhang, Z., O. Dvir, E. Pesis, U. Pick and A. Lichter. 2005. Weak organic acids and inhibitors of pH homeostasis suppress growth of *Penicillum* infesting Litchi fruits. J. Phytopathology 153:667-673.

Zoffoli, J.P., B. A. Latorre, and P. Naranjo. 2008. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. Postharvest Bio. Technol. 47: 90-97.

Litchi Postharvest Handling

Yu-Shen Liang[1,2] and Lih-Shang Ke[1]

Abstract

There are short storage life and shift life because the litchi fruit swiftly browned after harvest. During litchi postharvest process, there are three key problems that have to overcome: 1.prevente pericarp browning, 2. avoid fruit decay that microbe caused, 3. maintain fruit flavor and taste. There are a lot of factors caused the litchi fruit speedily browning, including water loss, enzymatic browning, ethylene, microbe infect, chilling injury, senescence, and mechanical damage. At present, these researches reposted that techniques of low temperature storage, ice water hydrocooling , acidification, chemical dipping were effective to postpone litchi fruit storage life and maintain fruit quality. Hydrocooling and low temperature storage reduced the respiration rate and ethylene production. The acidification and chemical dipping treatment restrained the activity of browning enzyme, prevented the anthocyanin degraded and microbe infected. The package technique lead to reduced water loss form fruit, avoided mechanical damage, and maintain fruit quality. The litchi fruit was utilized suitable postharvest handling after harvested, it would maintained for 30-60 days of storage life. By the integration of the different postharvest techniques to deal with litchi fruit and look forward to creation of more effective preservation of litchi postharvest technology in the future.

Keyword: Water loss、Enzymatic browning、Precooling、Package、Sodium metabisulfite

[1] Ph. D. and professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.
[2] Corresponding author. E-mail: p9425002@mail.npust.edu.tw

表 1.冰水預冷對玉荷苞果實貯藏壽命、腐敗率、總可溶性固形物與可滴定酸含量之影響 x, y

處理	貯藏壽命 (Days)z	腐敗率(%)		可溶性固形物 (°Brix)		可滴定酸 (%)	
		28D	56D	28D	56D	28D	56D
對照組	31.0 c	26.7 a	-	16.5 b	-	0.17 b	-
延遲1小時預冷	60.0 a	3.3 b	46.6 b	18.8 a	18.1 a	0.22 a	0.17 a
延遲2小時預冷	60.7 a	6.6 b	46.6 b	18.6 a	17.1 a	0.18 ab	0.14 a
延遲4小時預冷	63.3 a	3.3 b	33.3 b	18.0 a	16.4 a	0.18 ab	0.15 a
延遲6小時預冷	53.3 b	10.0 b	73.3 a	18.4 a	16.4 a	0.14 b	0.14 a

x, Each value was presented as the mean of three replicates; same letters are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's Protected Least Significant Test.
y, The decay incidence, total soluble solid and titratable acidity were assayed after 28 and 56 days of storage.
z, The storage life at 5℃ was ended while the mean of browning index reached four .

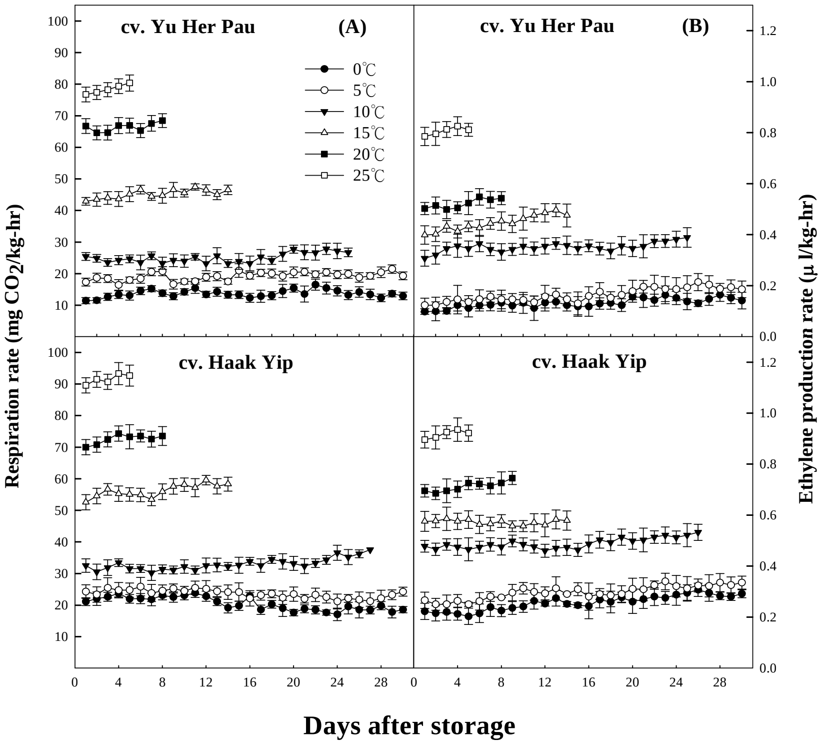

圖 1.玉荷苞、黑葉荔枝果實於不同貯藏溫度之呼吸率(A)及乙烯產生率變化(B)。

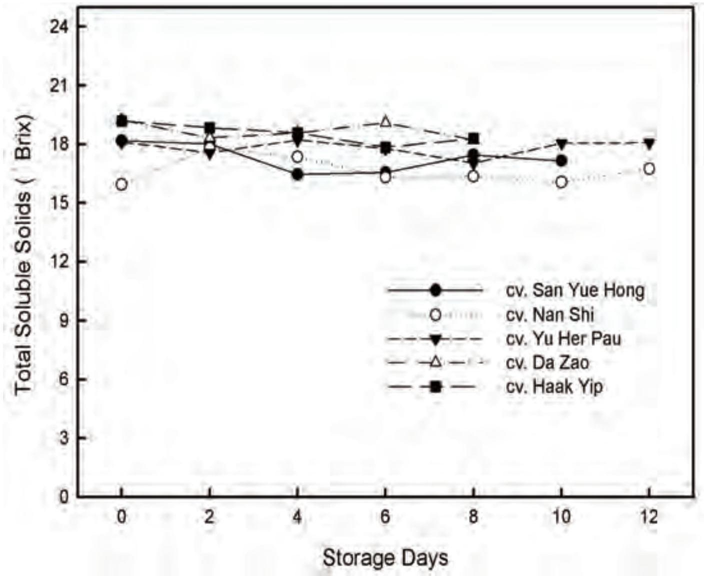

圖 2.荔枝果實採收後總可溶性固形物(total soluble solids)含量變化。品種有三月紅(cv. San Yue Hong)、楠西早生(cv. Nan Shi)、玉荷苞(cv. Yu Her Pau)、大造(cv. Da Zao)、黑葉(cv. Haak Yip)。果實貯藏於20℃冷藏庫。

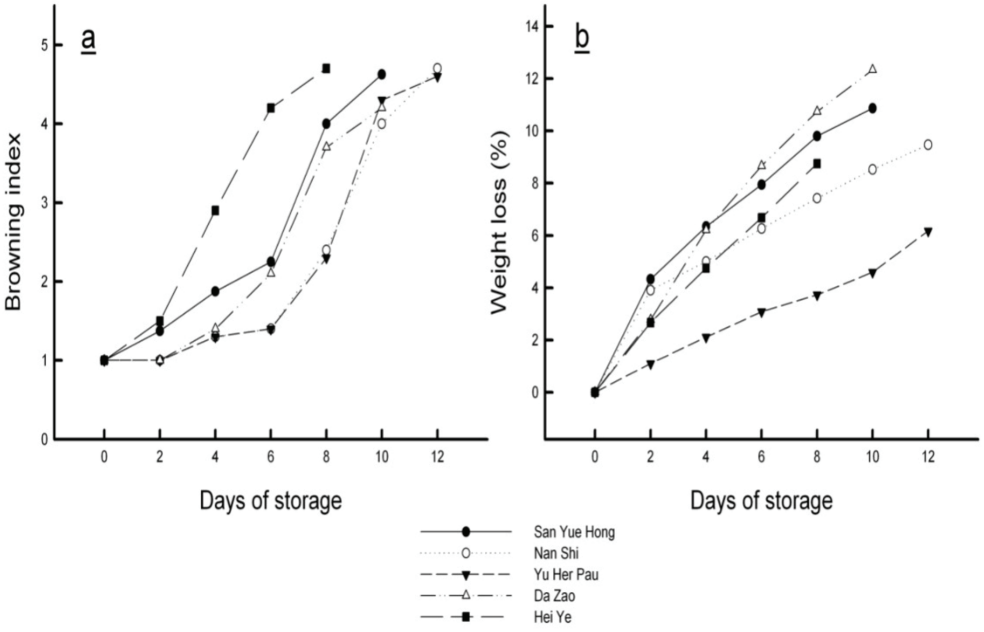

圖 3.貯藏期間(20℃)荔枝果實褐變指數(a)與果實失重(b)之變化。品種有三月紅(cv. San Yue Hong)、楠西早生(cv. Nan Shi)、玉荷苞(cv. Yu Her Pau)、大造(cv. Da Zao)、黑葉(cv. Haak Yip)。果實貯藏於20℃冷藏庫。

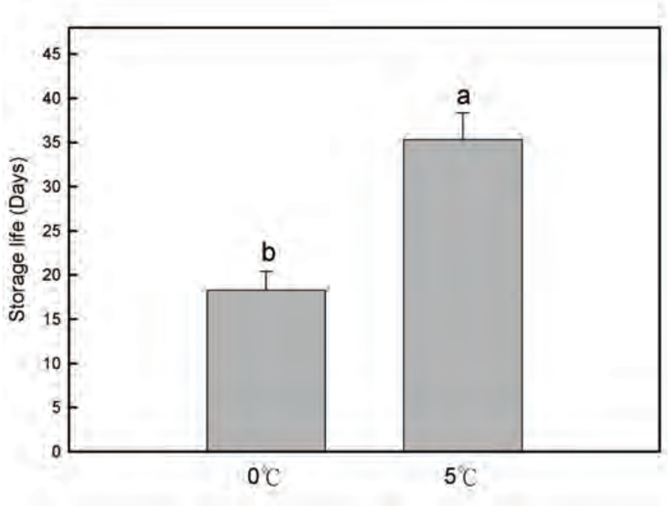

圖 4. 黑葉荔枝果實於 0℃和 5℃貯藏之貯藏壽命比較。荔枝果實利用聚乙烯包裝袋包裝、不封口。利用 *t*-test 進行統計分析。

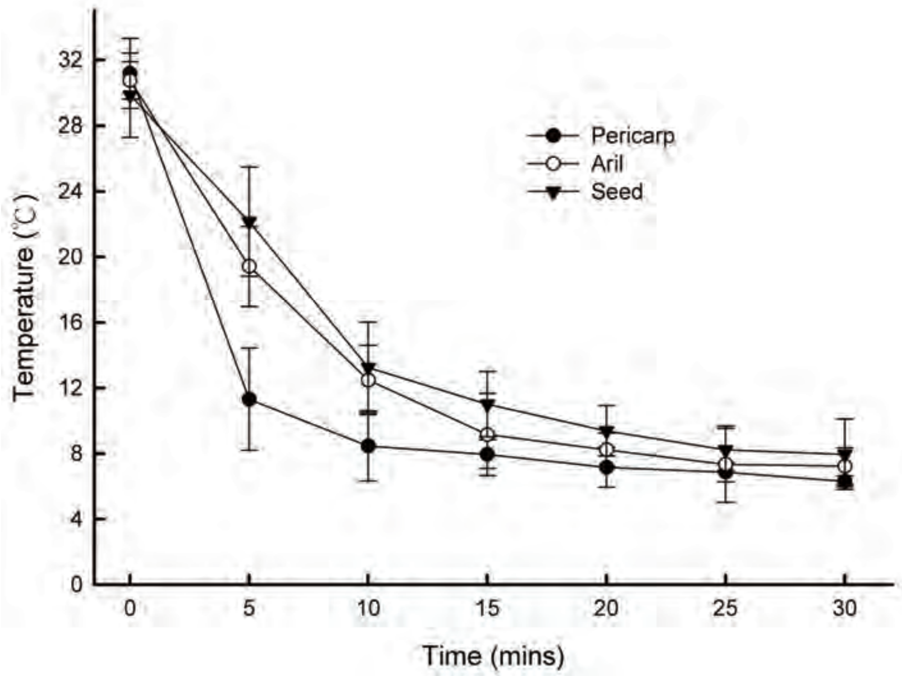

圖 5. 冰水預冷過程，玉荷包荔枝果實溫度之變化。荔枝果實浸泡 5℃冰水、30 分鐘。

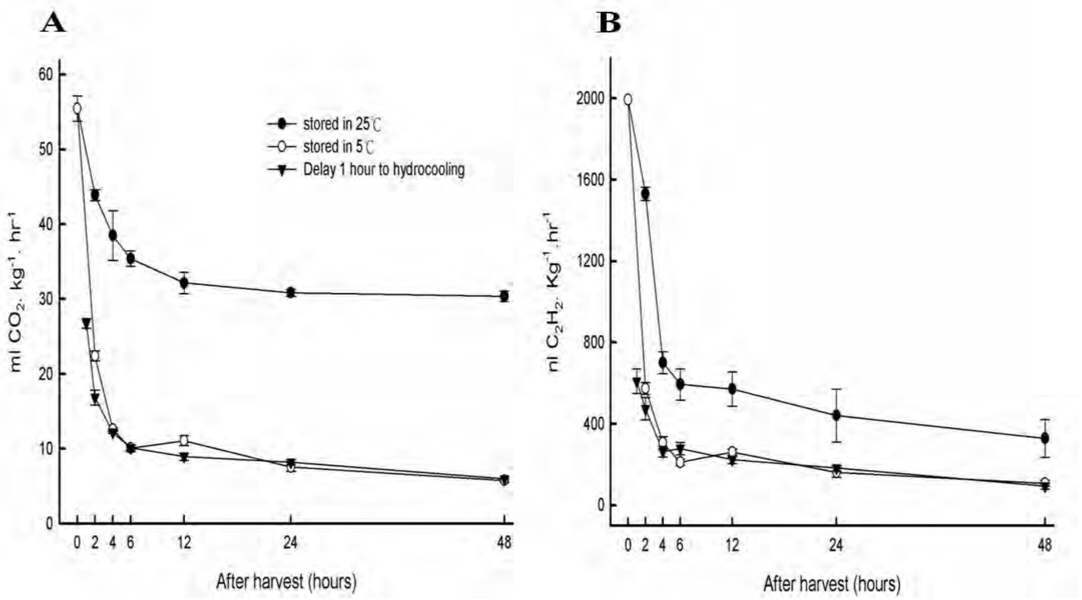

圖 6. 冰水預冷處理對玉荷苞荔枝果實呼吸速率 (A) 與乙烯生成量 (B) 之影響

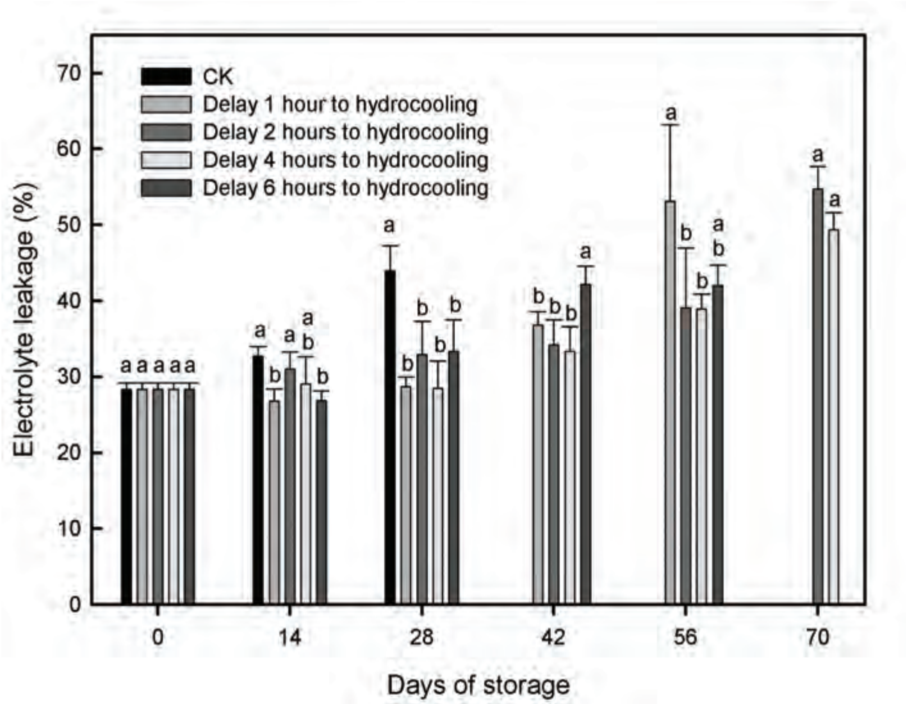

圖 7. 冰水預冷處理對荔枝果皮離子滲漏率之影響。荔枝果實於採收後 1、2、4、6 小時進行冰水預冷處理，之後貯藏於 5℃冷藏庫。利用最小顯著差異 ($P<0.05$) 進行統計分析。

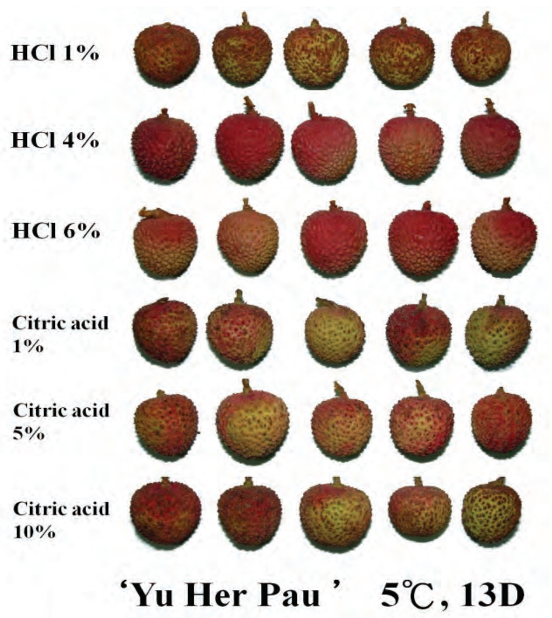

圖 8. 浸酸處理對玉荷苞荔枝果皮褐化之影響。

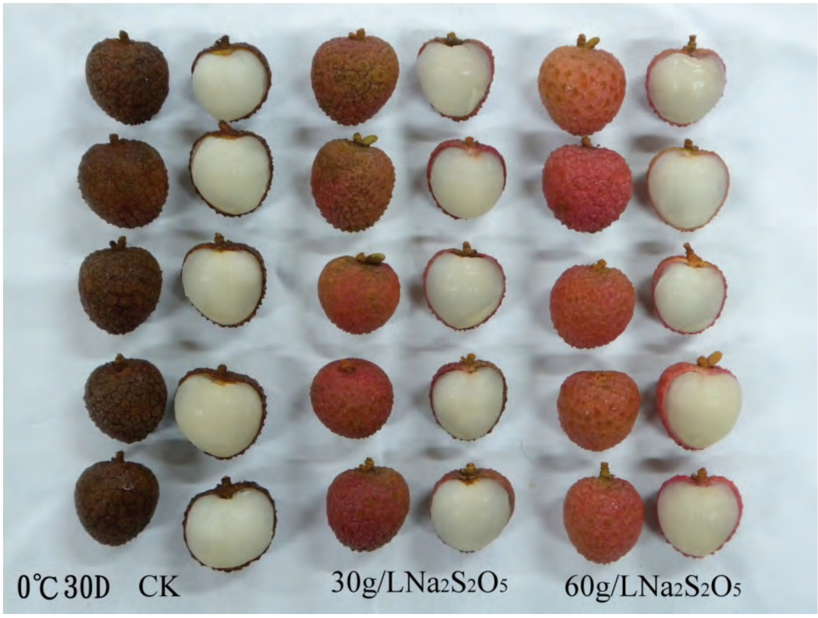

圖 9. 黑葉荔枝果實利用焦亞硫酸鈉 ($Na_2S_2O_5$) 處理，貯藏於 0℃、30 天後，果實腐敗之情形。